

Liberdade de escolha do aprendiz no processo adaptativo em aprendizagem motora

CDD. 20.ed. 152.3

Flavio Henrique BASTOS*
Ulysses Okada de ARAÚJO*
Cinthy WALTER*
Andrea Michele FREUDENHEIM*

*Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo investigar o efeito do grau de liberdade de escolha, oferecido durante a estabilização de uma habilidade motora, no processo de adaptação a uma modificação efetora na tarefa. Participaram do estudo 48 voluntários, com média de idade de 21 ($\pm 5,6$) anos, de ambos os gêneros, que foram distribuídos aleatoriamente em três grupos relacionados ao grau de liberdade de escolha oferecido: alto (ALT), intermediário (MED) e sem liberdade de escolha (SEM). Foi utilizada uma tarefa complexa de "timing" coincidente, na qual o participante deveria tocar seis sensores de forma que o último toque coincidissem com a chegada de um estímulo visual. O experimento consistiu de duas fases, quais sejam, estabilização e adaptação. No início da fase de adaptação, a modificação efetora da tarefa gerou perturbação aos três grupos, uma vez que foi verificado aumento dos erros de execução e queda na precisão (erro absoluto) e consistência (erro variável) do desempenho. Apesar dos três grupos terem apresentado melhora do desempenho ao longo da fase de adaptação, o grupo SEM apresentou indicativos de adaptação menos eficiente. Assim, os resultados apontam que, diante de uma modificação efetora da tarefa, a liberdade na escolha da resposta foi benéfica para a adaptação independentemente do grau.

UNITERMOS: Aprendizagem motora; Liberdade de escolha; Processo adaptativo.

Introdução

Tradicionalmente, o processo de aquisição de habilidades motoras tem sido visto como uma sucessão de três estágios, conforme descreve o modelo proposto por FITTS e POSNER (1967). De acordo com esse modelo, no primeiro estágio de aprendizagem, denominado de cognitivo, o iniciante procura fundamentalmente compreender a tarefa, dando atenção a dicas, eventos e respostas que, posteriormente, não serão relevantes. No estágio intermediário, ou associativo, as respostas aprendidas no estágio cognitivo estão disponíveis rapidamente e os erros grosseiros do início da aprendizagem são gradualmente eliminados. O estágio final, ou autônomo, se caracteriza pela menor necessidade de processamento para a realização das habilidades, de forma que o indivíduo pode estar engajado em mais

de uma atividade que envolve demanda cognitiva. Os autores chegam a comparar a execução de habilidades muito praticadas a reflexos, no sentido de que em ambos os casos os movimentos parecem ocorrer sem muita verbalização ou mesmo inconscientemente. Nesse estágio o desempenho é consistente e o mecanismo de detecção e correção de erros está bem desenvolvido para a habilidade.

De acordo com essa visão do processo de aprendizagem motora é possível concluir que indivíduos que atingiram o estágio autônomo apresentam um mesmo desempenho na tarefa. Entretanto, constantemente nos deparamos com indivíduos que, mesmo exibindo desempenhos semelhantes numa condição, quando levados a utilizar suas habilidades motoras numa nova tarefa

- por exemplo, do chutar a bola sozinho, para chutar a bola diante de um defensor, ou do andar de bicicleta com auxílio de rodinhas, para o andar sem auxílio - exibem desempenhos distintos. Essa constatação torna possível entender que é pela capacidade de adaptação da habilidade motora adquirida que se determina o nível de habilidade atingido (TANI, 2005).

Essa forma de compreender o fenômeno 'nível de habilidade' tem sido adotada pela proposição de Processo Adaptativo (CHOSHI, 1978, 1981, 1982, citados por TANI, 2005; CHOSHI & TANI, 1983, citados por TANI, 2005; TANI, 1982, 1989, 1995, 2005; TANI, BASTOS, CASTRO, JESUS, SACAY & PASSOS, 1992), na qual o processo de aquisição de habilidades motoras é visto como sendo contínuo. Nessa concepção de aprendizagem motora duas fases são fundamentais, quais sejam, as fases de estabilização e adaptação. Na fase de estabilização os componentes da ação, que inicialmente são desordenados, passam a ser organizados espacial e temporalmente, resultando numa melhora gradativa do desempenho. Quando ocorre essa padronização do movimento, infere-se que houve a formação de uma estrutura de representação mental. A cada tentativa, o aprendiz armazena relações entre informações que lhe permitem comparar o desempenho atual com o referencial do desempenho desejado. Uma informação sobre a discrepância obtida dessa comparação, ou seja, o "feedback" negativo é utilizado para efetuar as correções necessárias na próxima tentativa. O processo de estabilização, portanto, ocorre mediante a eliminação progressiva da discrepância entre o desempenho real e o desejado. Na fase de adaptação, a habilidade adquirida é aplicada a uma nova tarefa motora, podendo resultar em uma adaptação paramétrica ou estrutural. Na adaptação paramétrica, a instabilidade gerada ao sistema, pela demanda da nova tarefa, é neutralizada pela flexibilidade da estrutura mental adquirida, ou seja, a própria estrutura adquirida com a prática e o "feedback" possui recursos que permitem lidar com a nova tarefa. Essa disponibilidade de recursos "extras", que resulta na flexibilidade do comportamento adquirido, tem sido referida como redundância do sistema (CORRÊA, BENDA, MEIRA JÚNIOR & TANI, 2003).

Porém, mesmo que haja redundância, existem demandas que vão além da disponibilidade da estrutura adquirida e, portanto, de sua flexibilidade. Quando isso ocorre torna-se necessário que o indivíduo reorganize a própria estrutura. Esse tipo de adaptação

(estrutural) pode promover um aumento de complexidade da estrutura, resultando numa mudança qualitativa do sistema. Há ainda um terceiro tipo de adaptação denominado de auto-organizacional. No caso, haveria a emergência de uma estrutura completamente nova, via auto-organização do sistema.

Nesse contexto, ou seja, considerando que a aquisição de habilidades motoras ocorre mediante um processo adaptativo, surge a questão: qual o fator responsável pela diferença no nível de habilidade de indivíduos que exibem desempenho semelhante numa determinada condição? Mais especificamente, o que favorece a aquisição de estruturas mais flexíveis, com mais recursos para responder a perturbações, ou seja, com maior capacidade de adaptação a modificações da tarefa?

A liberdade na escolha da resposta motora por parte do aprendiz tem sido considerada uma variável capaz de propiciar a formação de padrões de movimento com alta capacidade de adaptação, enquanto a ausência dessa liberdade estaria relacionada à formação de padrões rígidos e estereotipados (TANI, 1982, 1989, 1998; TANI et al., 1992). No entanto, uma revisão da literatura permitiu verificar que, no crescente número de estudos investigando a variável liberdade de escolha do aprendiz (WINNE, 2005), a mesma é manipulada em relação a fatores como o conhecimento de resultados (CHIVIAKOWSKY, 2000; CHIVIAKOWSKY, GODINHO & TANI, 2005; CHIVIAKOWSKY & WULF, 2002, 2005; JANELLE, BARBA, FREHLICH, TENNANT & CAURAUGH, 1997; JANELLE, KIM & SINGER, 1995), a frequência de apresentação de modelos (WRISBERG & PEIN, 2002; WULF, RAUPACH & PFEIFFER, 2005), a estruturação da prática (WU & MAGILL, 2004), o estabelecimento de metas (BOYCE, 1992) e o uso de auxílio físico (WULF & TOOLE, 1999). Além disso, esses estudos foram desenvolvidos a partir de uma abordagem finita do processo de aquisição de habilidades motoras. Foi encontrado somente um estudo em que a liberdade de escolha está relacionada à própria resposta motora. Nesse estudo, TANI (1982) baseou-se na concepção de processo adaptativo e na proposição de que em habilidades motoras existe um aspecto invariável, governado por regras fixas, e um aspecto variável, dirigido por estratégias flexíveis (KOESTLER, 1967). A hipótese formulada é de que seria preciso permitir um certo grau de liberdade na escolha das respostas durante a fase de estabilização funcional da habilidade, pois essa liberdade minimizaria a ênfase no aspecto invariável da habilidade motora durante o processo

de aprendizagem, permitindo a formação de uma estrutura cognitiva mais flexível no que se refere à adaptação.

A tarefa motora utilizada nos dois experimentos realizados foi a execução de habilidades seriadas de basquetebol. Em ambos, os participantes foram divididos em três grupos com diferentes condições de aprendizagem, relativos ao grau de liberdade na escolha dos elementos que compunham a sequência de movimentos. Ao primeiro grupo foi permitido um maior grau de liberdade de escolha, ao segundo, um grau intermediário e, ao terceiro, nenhuma liberdade de escolha. O autor concluiu, com base nos resultados, que para se adquirir estruturas cognitivas flexíveis, que melhor se adaptam a novas situações, é preciso que durante o processo de estabilização funcional seja permitido ao executante um grau adequado de liberdade na escolha das respostas. A conclusão refere-se a um “nível adequado”, em virtude do resultado do primeiro experimento, no qual, quando um excessivo grau de liberdade foi permitido, houve dificuldade em se alcançar a estabilidade funcional.

Apesar de trazer evidências de que a liberdade de escolha é um fator importante na aquisição de habilidades motoras flexíveis, ou seja, com grande capacidade de adaptação, o estudo de TANI (1982)

apresenta algumas limitações. A primeira delas diz respeito ao ambiente de coleta de dados ter sido uma situação de ensino-aprendizagem, na qual, em virtude da presença de outras crianças, fatores intervenientes como o ruído e aspectos motivacionais (por exemplo, a competição entre os participantes gerada pela possibilidade de observação mútua das execuções) dificultam atribuir a uma variável específica os resultados obtidos. Uma vez que a estabilização da habilidade não foi inferida, a outra limitação está relacionada ao desconhecimento do estado do sistema no momento em que a adaptação foi exigida dos participantes. Estudos têm apontado que além da estabilização ser necessária ao processo de adaptação (TANI, 1995), o nível de estabilização alcançado exerce efeito sobre esse processo (FREUDENHEIM, 1999; UGRINOWITSCH, 2003).

Assim, o objetivo do estudo foi investigar o efeito do grau de liberdade de escolha do aprendiz, oferecido durante a estabilização do desempenho, no processo de adaptação de uma habilidade motora. Mais especificamente, procurou-se testar a capacidade de adaptação de indivíduos a uma modificação efetora da tarefa, após alcançarem a estabilidade do desempenho em diferentes condições de liberdade na escolha da resposta motora.

Método

Amostra

Participaram do estudo 48 voluntários, com média de idade de 21 ($\pm 5,6$) anos, de ambos os gêneros, sem experiência prévia na tarefa. Antes da realização do experimento todos preencheram um termo de consentimento pelo qual foram informados dos procedimentos da pesquisa, bem como de seus direitos como participantes de um experimento para fins científicos. O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética e Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (protocolo no. 2006/08).

Equipamento

Foi utilizado o aparelho de “timing” coincidente em tarefas complexas (Patente no. 0.403.1330-04), que consiste de uma canaleta com 90 “leds” (“light emitter diode”), uma mesa de resposta, sensores

metálicos, um dispositivo com cinco “leds” para fornecimento de “feedback” e um computador. A canaleta tem 200 cm de comprimento, 10 cm de largura e 10 cm de altura. O primeiro “led” funciona como sinal de alerta. Após o acendimento desse “led”, os próximos acendem e apagam sucessivamente simulando movimento. Essa canaleta é semelhante àquela do temporizador de antecipação de Bassin, muito utilizado em estudos de aprendizagem motora.

A mesa de resposta é de madeira, com 70 cm de comprimento, 90 cm de largura e seis centímetros de altura. Sobre a mesa foram dispostos oito sensores retangulares medindo cinco centímetros de largura e 15 cm de comprimento. O dispositivo para fornecimento de “feedback” é composto de uma placa contendo cinco “leds” alinhados e, sobre cada um deles, da esquerda para a direita, as denominações: “muito antes”, “antes”, “certo”, “depois”, “muito depois”. O dispositivo exibia “certo” quando a diferença entre o toque no sensor alvo e o acendimento do último

“led” da canaleta era menor ou igual a 30 ms (em módulo). As demais mensagens correspondiam a acréscimos/decrécimos de 30 ms em relação ao “certo”.

Tarefa e procedimentos

A tarefa consistiu em tocar seis sensores sequencialmente a fim de que o último toque coincidissem com o acendimento do último “led” da canaleta. O movimento era iniciado com a mão dominante do participante sobre o sensor de tempo de reação (FIGURA 1). O experimento constou de duas fases: estabilização e adaptação; a fase de estabilização diferiu entre os grupos de acordo com a manipulação experimental.

Foi apresentado um esquema de quais sensores deveriam ser tocados, juntamente com a explicação sobre a tarefa. Para verificar se o participante compreendeu a tarefa foi permitido que experimentasse a sequência até duas vezes, sem a presença do estímulo visual. Logo após essas tentativas de familiarização e imediatamente antes do início do experimento, o deslocamento do estímulo luminoso foi mostrado uma vez ao participante. A ocorrência de

erros no sequenciamento dos toques foi informada aos participantes logo após a execução da tentativa, sendo registrada para posterior análise.

Imediatamente depois de alcançado o critério de estabilização (três tentativas corretas consecutivas), os indivíduos foram informados de que: a) restavam 30 tentativas para o término do experimento; b) o objetivo da tarefa era o mesmo, mas uma nova sequência de toques deveria ser realizada; c) a nova sequência ficaria disponível junto à mesa de resposta.

Delineamento

Os participantes ($n = 46$) foram divididos aleatoriamente entre três grupos experimentais conforme o grau de liberdade de escolha relativo ao sequenciamento dos sensores: sem liberdade de escolha (SEM), grau intermediário (MED) e alto (ALT). Junto à mesa de resposta foi colocado um esquema da disposição dos sensores contendo a sequência de toques a ser seguida ou somente quais sensores deveriam ser tocados - dependendo do grupo experimental (FIGURA 1).

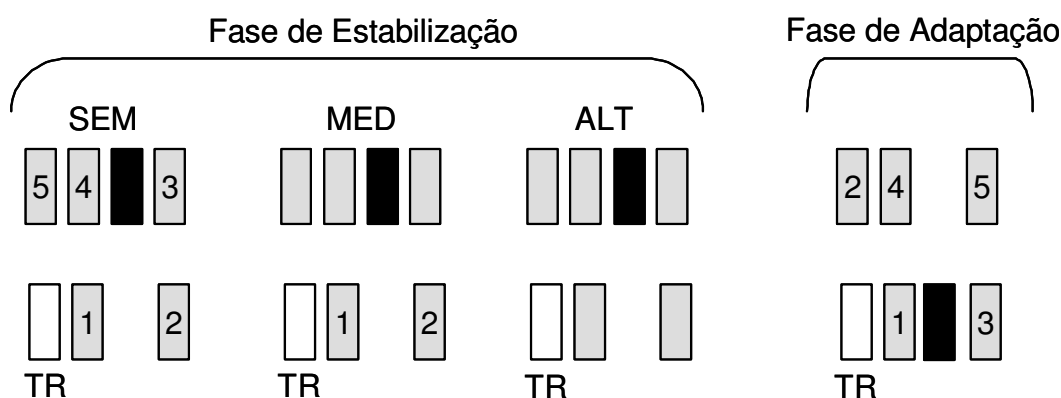


FIGURA 1 - Esquema da disposição dos sensores nas fases de estabilização - para os três grupos - e adaptação, com indicação do sensor alvo (em preto), do sensor tempo de reação (TR) e dos sensores que deveriam ser tocados pelos sujeitos (cinza). O sequenciamento dos sensores (quando necessário) está representado pela numeração.

Para os participantes do grupo SEM a sequência de toques realizada durante a fase de estabilização foi pré-definida. Mais especificamente, os voluntários deveriam tocar os sensores na sequência 1-2-3-4-5-alvo, procurando coincidir o toque no sensor alvo com o acendimento do último “led” da canaleta. Essa sequência foi determinada em estudo piloto, no qual se escolheu o sequenciamento mais utilizado por 12 participantes na realização da tarefa sem prescrição da ordem dos toques.

O grupo MED teve os dois primeiros sensores da sequência pré-definidos. Assim como para o grupo SEM,

essa prescrição teve como base o resultado do estudo piloto citado anteriormente, do qual foram determinados o primeiro e o segundo toques da sequência, restando três sensores para que o participante escolhesse a ordem.

Os participantes do grupo ALT realizaram a mesma tarefa, diferindo dos outros grupos por não terem nenhum sensor, com exceção do sensor alvo, pré-definido na sequência. Assim, havia cinco sensores a serem tocados em sequência de livre escolha por parte do participante.

A velocidade do estímulo luminoso, definida em 1,33 m/s mediante um estudo piloto, foi igual para os

três grupos durante a fase de estabilização. Nessa fase os indivíduos praticaram a habilidade até atingirem um desempenho critério estabelecido em três acertos consecutivos. Mais especificamente, o desempenho foi considerado estabilizado quando eram obtidos três valores de coincidência, entre o último toque e o acendimento do último “led”, na faixa de ± 30 ms (UGRINOWITSCH, 2003). Uma vez atingido esse critério, os indivíduos passaram para a fase de adaptação. O intuito desse desempenho critério foi garantir que a habilidade motora estivesse estabilizada antes de se passar à fase de adaptação. Ainda, como um número inferior a 10 tentativas de prática não proporciona a estabilização (UGRINOWITSCH, 2003), foram incluídos na amostra somente indivíduos que utilizaram acima de 12 tentativas de prática para a estabilização do desempenho.

Na fase de adaptação a tarefa foi a mesma para todos os grupos: realizar uma sequência não praticada de seis toques em correspondência com um estímulo visual. Mais especificamente, a sequência de toques foi pré-definida (FIGURA 1) e a velocidade do estímulo visual permaneceu ajustada em 1,33 m/s.

Medidas

Para se inferir sobre a eficiência em alcançar a estabilidade funcional do comportamento foi utilizado o número de tentativas necessárias para se alcançar o critério de estabilização.

Como medidas de desempenho foram calculados os erros de execução, o erro absoluto e o erro variável. A medida de erros de execução, que acusa erros mais grosseiros, foi calculada a partir da média de eventos ocorridos em um bloco de seis tentativas. Nessa medida estão contabilizados: sequência incompleta de toques; ordem incorreta de toques e omissão de resposta ao

estímulo luminoso. Os erros absoluto e variável, que retratam, respectivamente, a precisão e a consistência no alcance da meta, foram calculados com base na diferença entre o toque no sensor alvo e o acendimento do último “led” da canaleta (SCHMIDT & LEE, 1999).

Em virtude do número de sujeitos em cada grupo a normalidade dos dados foi assumida. Assim, quando detectada homocedasticidade em todos os blocos envolvidos na análise, foi realizada uma ANOVA two-way (Grupos x Blocos) com medidas repetidas no segundo fator, sendo utilizado o teste de Tukey_(HSD) como “post hoc”. Nos casos em que a homogeneidade de variância não foi detectada em um ou mais blocos envolvidos na análise, testes não-paramétricos foram utilizados. Nesses casos, as comparações intragrupo, entre o início e o fim da fase de estabilização, foram realizadas mediante o teste de Wilcoxon. Para a comparação entre grupos, desses mesmos dois blocos de tentativas e também entre o último bloco da fase de estabilização e os blocos da fase de adaptação, foi utilizado o teste de Kruskal Wallis. Para localizar as diferenças apontadas pelo teste de Kruskal Wallis foi utilizado o teste de “post hoc” sugerido por SIEGEL e CASTELLAN JÚNIOR (1988). A fim de controlar o Erro Tipo 1, o valor de significância para o referido teste de “post hoc” foi corrigido em função do número de comparações, sendo definido em $p = 0,00833$.

Na comparação intragrupo envolvendo o último bloco da fase de estabilização e os blocos da fase de adaptação foi utilizada a ANOVA de Friedman, utilizando como “post hoc” o teste sugerido por SIEGEL e CASTELLAN JÚNIOR (1988). O valor adotado para localizar diferenças entre blocos foi de $p = 0,000238$, em virtude da correção em função do número de comparações.

Com exceção dos dois testes de “post hoc” citados acima, o valor de significância adotado para todos os testes inferenciais foi o de $p < 0,05$.

Resultados

Os resultados estão apresentados em função das medidas utilizadas.

Número de tentativas até o desempenho critério

A FIGURA 2 apresenta a distribuição dos participantes, nos três grupos, quanto ao número de tentativas. Embora o grupo SEM tenha se apresentado menos homogêneo que os demais, a ANOVA one-way não apontou diferença significativa entre os grupos.

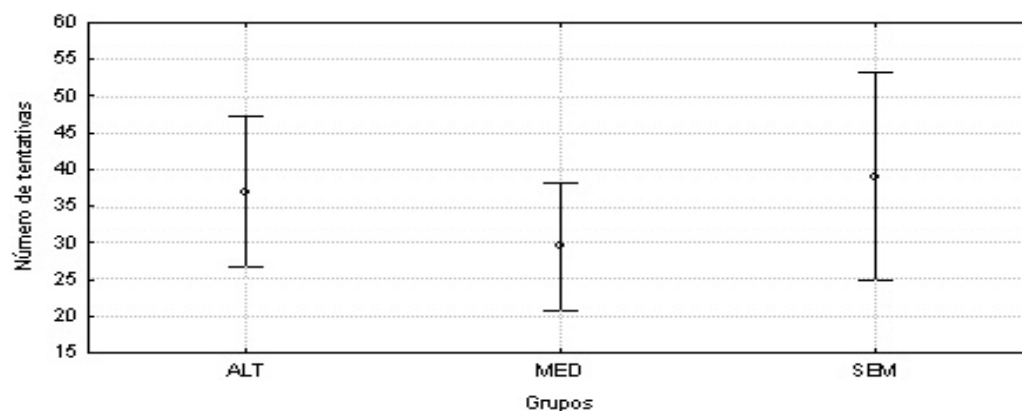


FIGURA 2 - Média e intervalo de confiança (95%) do número de tentativas necessárias para o alcance do critério de estabilização.

Medidas de desempenho

Erros de execução

O teste de Wilcoxon detectou diferença significativa entre E1 e E2 para os grupos ALT ($Z = 2,23$; $p = 0,025$) e SEM ($Z = 3,17$; $p = 0,001$), indicando uma diferença marginal para o grupo MED ($Z = 1,83$; $p = 0,06$). Não foi encontrada diferença entre os grupos. No que diz respeito à análise entre E2 e os blocos da fase de adaptação (A1 a A5), a ANOVA de Friedman detectou

diferença significativa para os três grupos (ALT [$X^2(n = 16, gl = 5) = 17,47$; $p < 0,003$], MED [$X^2(n = 16, gl = 5) = 22,99$; $p < 0,0003$] e SEM [$X^2(n = 16, gl = 5) = 33,24$; $p < 0,0000$]). Nos grupos ALT e MED essas diferenças foram localizadas pelo teste de “post hoc” sugerido por SIEGEL e CASTELLAN JÚNIOR (1988) entre os blocos E2 e A1. No grupo SEM essas diferenças foram localizadas entre E2 e os blocos A1 e A3. Nesses blocos também não foram detectadas diferenças entre os grupos.

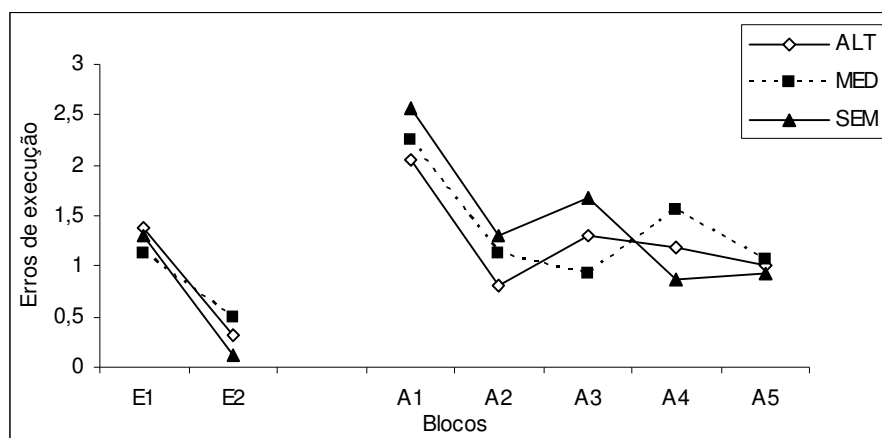


FIGURA 3 - Média dos erros de execução cometidos pelos grupos ALT, MED e SEM no início (E1) e no fim da fase de estabilização (E2) e na fase de adaptação (A1 a A5), por blocos de seis tentativas.

Erro absoluto

A ANOVA two-way detectou diferença entre os blocos inicial e final da fase de estabilização ($F[1,45] = 75,03$; $p < 0,01$). Essas diferenças foram localizadas pelo teste de “post hoc” de Tukey_(HSD),

para os três grupos: ALT ($p = 0,0008$), MED ($p = 0,0014$) e SEM ($p = 0,00014$). Na análise compreendendo o último bloco da fase de estabilização e os blocos da fase de adaptação, a

ANOVA de Friedman apontou diferença significativa para os três grupos (ALT [$X^2(n = 16, gl = 5) = 34,28; p < 0,001$], MED [$X^2(n = 16, gl = 5) = 28,10; p < 0,001$] e SEM [$X^2(n = 15, gl = 5) = 48,60; p < 0,001$]). Essas diferenças foram localizadas pelo teste de “post hoc” sugerido por SIEGEL e CASTELLAN JÚNIOR (1988) entre o último

bloco da fase de estabilização (E2) e o primeiro e segundo blocos da fase de adaptação (A1 e A2) e entre A1 e A3, no grupo ALT. No grupo MED as diferenças foram localizadas entre E2 e os blocos A1 e A2. As diferenças no grupo SEM foram localizadas entre E2 e os blocos A1, A2 e A5 e entre A1 e os blocos A3 e A4.

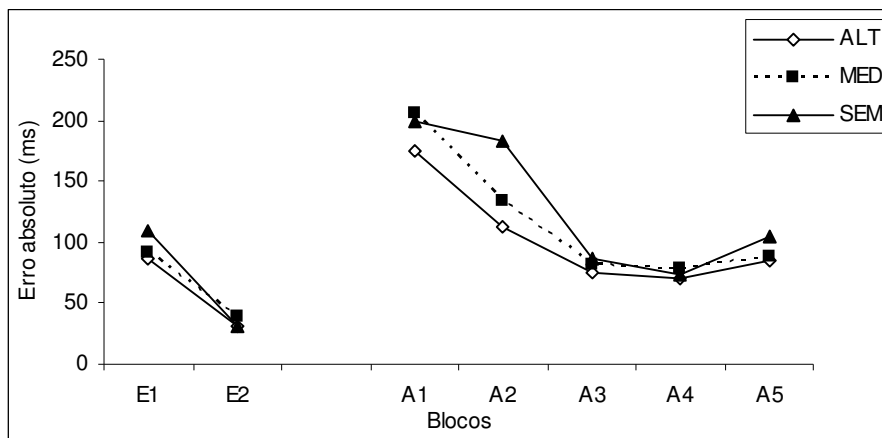


FIGURA 4 - Média do erro absoluto dos grupos ALT, MED e SEM no início e no fim da fase de estabilização (E1 e E2) e na fase de adaptação (A1 a A5), por blocos de seis tentativas.

Erro variável

O teste de Wilcoxon detectou diferença significativa entre E1 e E2 para os três grupos (ALT [$Z = 3,10; p = 0,001$], MED [$2,53; p = 0,01$] e SEM [$3,30; p = 0,0009$]). Não foi detectada diferença entre os grupos pelo teste de Kruskal-Wallis. No que diz respeito à análise entre E2 e os blocos da fase de adaptação (A1 a A5), a ANOVA de Friedman detectou diferença significativa para os três grupos (ALT [$X^2(n = 15, gl = 5) = 24,94; p < 0,0001$], MED [$X^2(n = 15, gl = 5) = 13,13; p < 0,02$] e SEM [$X^2(n = 13, gl = 5) = 28,73; p$

$< 0,00003$]). Nos grupos ALT e SEM essas diferenças foram localizadas pelo teste de “post hoc” sugerido por SIEGEL e CASTELLAN JÚNIOR (1988). No grupo ALT, as diferenças foram localizadas entre E2 e A1 e entre A1 e A3 e no grupo SEM entre E2 e os blocos A1 e A2 e entre A1 e A4. As diferenças para o grupo MED foram localizadas entre A1 (71) e A4 (40) através da verificação dos postos de maior e menor valor. Não foram detectadas diferenças entre os grupos pelo teste de Kruskal-Wallis.

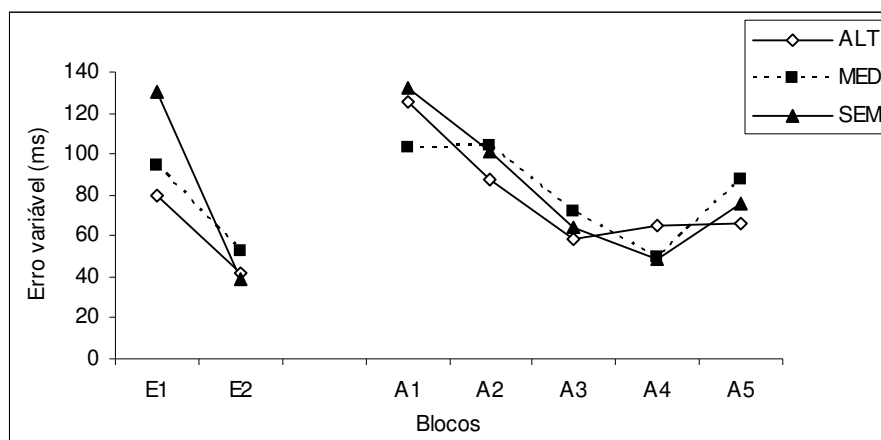


FIGURA 5 - Média do erro variável dos grupos ALT, MED e SEM no início e no fim da fase de estabilização (E1 e E2) e na fase de adaptação (A1 a A5), por blocos de seis tentativas.

Discussão

O objetivo do estudo foi investigar o efeito do grau de liberdade de escolha do aprendiz, oferecido durante a estabilização do desempenho, no processo adaptativo em aprendizagem motora. Mais especificamente, procurou-se testar a capacidade de adaptação de indivíduos a uma modificação efetora da tarefa, após alcançarem a estabilidade do desempenho em diferentes condições de liberdade na escolha da resposta motora. O método utilizado visou evidenciar a liberdade na escolha da resposta em detrimento de outras variáveis intervenientes. Nesse sentido, procurou-se controlar a dificuldade para se realizar a tarefa aplicando-se o seqüenciamento mais utilizado pelo grupo ALT ao grupo SEM e, parte dele (primeiro e segundo toques), ao grupo MED. Ainda, todos os participantes praticaram a tarefa na fase de estabilização até atingirem o desempenho critério de três tentativas corretas consecutivas. Dessa forma, o número de tentativas que os grupos utilizaram até atingir o referido critério permite inferir sobre o efeito do grau de liberdade de escolha na eficiência em estabilizar o desempenho. Assim, seria esperado que os grupos necessitassem de um mesmo número de tentativas para estabilizar o desempenho, como de fato ocorreu. Esse resultado confere segurança em descartar a possível interpretação de que os efeitos da manipulação experimental ocorreram em virtude da dificuldade da tarefa imposta ao grupo com seqüenciamento fixo ou em razão de um número diferenciado de tentativas praticadas.

Com a estabilização do desempenho, os três grupos apresentaram menor quantidade de erros de execução em relação ao início do processo de aquisição. No que diz respeito ao erro absoluto, os grupos iniciaram o processo de estabilização num patamar de erro mais alto, sendo detectada uma melhora da precisão no alcance da meta entre o início e o final da fase de estabilização. Essa melhora foi acompanhada por um aumento da consistência do desempenho nos três grupos. Em conjunto, a melhora da precisão e da consistência no alcance da meta permite concluir que a habilidade motora foi aprendida.

A modificação da tarefa gerou perturbação aos três grupos, pois, provocou aumento dos erros de execução e queda acentuada na precisão (EA) e consistência (EV) do desempenho no início da fase de adaptação. Além disso, foram necessários dois blocos de tentativas para que o EA retornasse ao nível apresentado no final da fase de estabilização.

Num sentido amplo pode-se afirmar que os grupos apresentaram melhora do desempenho ao longo da fase de adaptação havendo, no entanto, indicativos de um pior desempenho para o grupo SEM. Mais especificamente, diferente dos demais, o referido grupo aumentou a quantidade de erros de execução no bloco A3 e a magnitude do erro absoluto em A5, sugerindo uma maior dificuldade desse grupo em adaptar-se à modificação efetora da tarefa. Esse indicativo corrobora os dados obtidos no estudo de TANI (1982).

Em relação à consistência do desempenho, o grupo MED foi o único a mantê-la frente à modificação da tarefa. Contudo, esse dado não indica um melhor desempenho desse grupo comparativamente aos demais, uma vez que não houve precisão no alcance da meta.

Apesar de não ter sido verificada nenhuma diferença estatística entre os grupos, o grupo SEM mostrou maior dificuldade em adaptar-se à modificação da tarefa, como observado nas comparações intragrupo. Assim, no que diz respeito aos níveis de liberdade (TANI, 1982), os resultados apontam que, diante de uma modificação efetora da tarefa, a liberdade na escolha da resposta, independentemente do grau, foi benéfica para a adaptação. Esse resultado corrobora a hipótese formulada por TANI (1982, 1998) de que a ausência de liberdade de escolha enfatiza somente o aspecto invariável da habilidade, contribuindo para a formação de padrões de movimento estereotipados e de difícil adaptação. Nesse sentido, é possível afirmar que as condições nas quais foi oferecida liberdade de escolha favoreceram a aquisição de redundância no sistema (CORRÊA et al., 2003), visto que proporcionaram a aquisição de uma habilidade motora com mais recursos para a adaptação.

Ainda, o presente estudo acrescenta evidências à literatura que versa sobre a aprendizagem auto-regulada ou auto-controlada, de que a liberdade de escolha por parte do aprendiz, promove benefícios à aprendizagem de habilidades motoras (BOYCE, 1992; CHIVIACOWSKY, 2000; CHIVIACOWSKY & WULF, 2002, 2005; JANELLE, KIM & SINGER, 1995; JANELLE et al., 1997; WRISBERG & PEIN, 2002; WU & MAGILL, 2004; WULF, RAUPACH & PFEIFFER, 2005; WULF & TOOLE, 1999). Nesse contexto, os benefícios proporcionados pela condição de liberdade podem estar relacionados a um envolvimento mais ativo do indivíduo no processo de aprendizagem (JANELLE, KIM & SINGER, 1995; JANELLE et al., 1997; WULF, RAUPACH, PFEIFFER, 2005; WULF & TOOLE, 1999), aspecto que, em conjunto com o

aumento da redundância do sistema, deve ser considerado como uma possível explicação para os resultados do presente estudo.

Por fim, vale ressaltar que o elevado erro absoluto apresentado no início da fase de adaptação e a necessidade de pelo menos dois blocos de tentativas para a recuperação do desempenho, sugerem que a perturbação gerada pela modificação efetora da tarefa

pode ter excedido a flexibilidade da estrutura cognitiva adquirida pelos participantes dos três grupos, mascarando o efeito da liberdade de escolha. Nesse sentido, dada a relevância da magnitude da perturbação no processo adaptativo (TANI, 1995; UGRINOWITSCH, 2003), os próximos estudos investigando o efeito da liberdade na escolha da resposta devem atentar para a modificação realizada na tarefa.

Abstract

Learner freedom of choice on adaptive process in motor learning

The purpose of this study was to investigate the effect of freedom of choice, when offered during the stabilization of a motor skill, on the adaptation process involving a motor task modification. Forty eight volunteers of both genders, with average age of 21 years ($\pm 5,6$), were randomly divided in three groups according to freedom of choice degree: high (ALT), intermediate (MED) and without freedom of choice (SEM). A complex coincident timing task was used. Each participant was requested to touch six response keys, trying to hit the last one in coincidence with a visual stimulus. The experiment consisted of two phases, namely stabilization and adaptation. In the beginning of the adaptation phase, the motor task modification perturbed all three groups, as an increase in execution errors and a decrease of both precision (absolute error) and consistency (variable error) of the performance was verified. Although all three groups improved their performance during the adaptation phase, the SEM group showed signs of a less efficient adaptation. Thus, the findings indicate that, as a result of a motor task modification, the freedom in response choice was beneficial to adaptation irrespective of degree.

UNITERMS: Motor learning; Freedom of choice; Adaptive process.

Notas

O autor Flavio Henrique Bastos é bolsista CAPES.

CHOSHI, K. The organization of perceptual-motor behaviour. In: HAGIWARA, H.; CHOSHI, K. (Eds.). **The organization of perceptual-motor behaviour**. Tokyo: Fumaido, 1978. (em japonês)

_____. The significance of error response in adaptive systems. **Sport Psychology Research**, v.7, p.60-4, 1981. (em japonês)

_____. **An analytical study of the adaptive process in motor learning**. Hiroshima: Hiroshima University, 1982. v.6, p.75-82. (Memoirs of the Faculty of Integrated Arts and Sciences , 3). (em japonês)

CHOSHI, K.;TANI, G. Stable systems and adaptative systems in motor learning. In: JAPANESE ASSOCIATION OF BIOMECHANICS. **The Science of movement V**. Tokio: Kyorin, 1983. p.346-51.(em japonês)

Referências

BOYCE, B.A. Effects of assigned versus participant-set goals on skill acquisition and retention of a selected shooting task. **Journal of Teaching in Physical Education**, Champaign, v.11, n.3, p.220-34, 1992.

CHIVIACOWSKY, S. **Efeito da frequência de conhecimento de resultados controlada pelo experimentador e auto-controlada pelos sujeitos na aprendizagem de tarefas motoras com diferentes complexidades**. 2000. 335f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

- CHIVIACOWSKY, S.; GODINHO, M.; TANI, G. Self-controlled knowledge of results: effects of different schedules and task complexity. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.49, n.4, p.277-96, 2005.
- CHIVIACOWSKY, S.; WULF, G. Self-controlled feedback: does it enhance learning because performers get feedback when they need it? **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.73, n.4, p.408-15, 2002.
- _____. Self-controlled feedback is effective if it is based on the learner's performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.76, n.1, p.42-8, 2005.
- CORRÊA, U.C.; BENDA, R.N.; MEIRA JÚNIOR, C.M.; TANI, G. Practice schedule and adaptive process in the acquisition of a manual force control task. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.44, p.121-38, 2003.
- FITTS, P.M.; POSNER, M.I. **Human performance**. Belmont: Brooks & Cole, 1967.
- FREUDENHEIM, A.M. **Organização hierárquica de um programa de ação e a estabilização de habilidades motoras**. 1999. 249f. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- JANELLE, C.M.; BARBA, D.A.; FREHLICH, S.G.; TENNANT, L.K.; CAURAUGH, J.H. Maximizing performance feedback effectiveness through videotape replay and a self-controlled learning environment. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.68, n.4, p.269-79, 1997.
- JANELLE, C.M.; KIM, J.; SINGER, R.N. Subject-controlled performance feedback and learning of a closed motor skill. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v.81, n.2, p.627-34, 1995.
- KOESTLER, A. **The ghost in the machine**. London: Hutchinson, 1967.
- SCHMIDT, R.A.; LEE, T.D. **Motor control and learning**. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics, 1999.
- SIEGEL, S.; CASTELLAN JÚNIOR; N.J. **Nonparametric statistics for behavioral sciences**. Boston: McGraw Hill, 1988.
- TANI, G. **Adaptive process in perceptual-motor skill learning**. 1982. Doctoral Dissertation - Faculty of Education, Hiroshima University, Hiroshima. (em japonês).
- _____. **Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora**. 1989. Tese (Livre-Docência) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- _____. **Hierarchical organization of an action programme and the development of skilled actions**. Sheffield: University of Sheffield/Department of Psychology, 1995. (Unpublished Technical Report).
- _____. Liberdade e restrição do movimento no desenvolvimento motor da criança. In: KREBS, R.J.; COPETTI, D.; BELTRAME, T.S. (Orgs.). **Discutindo o desenvolvimento infantil**. Santa Maria: Siec, 1998. p.37-62.
- _____. Processo adaptativo: uma concepção de aprendizagem motora além da estabilização. In: TANI, G. (Ed.). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.82-105.
- TANI, G.; BASTOS, F.C.; CASTRO, I.J.; JESUS, J.F.; SACAY, R.C.; PASSOS, S.C.E. Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.6, p.16-25, 1992.
- UGRINOWITSCH, H. **Efeito do nível de estabilização do desempenho e do tipo de perturbação no processo adaptativo em aprendizagem motora**. 2003. 365f. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- WINNE, P.H. Perspective on state-of-art research on self-regulated learning. **Instructional Science**, Dordrecht, v.33, p.559-65, 2005.
- WRISBERG, C.A.; PEIN, R.L. Note on learners' control of the frequency of model presentation during skill acquisition. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v.94, p.792-4, 2002.
- WU, W.; MAGILL, R. To dictate or not: the exploration of a self-regulated practice schedule. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, Champaign, v.26, p.202, 2004. Supplement.
- WULF, G.; RAUPACH, M.; PFEIFFER, F. Self-controlled observational practice enhances learning. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.76, p.107-11, 2005.
- WULF, G.; TOOLE, T. Physical assistance devices in complex motor skill learning: benefits of a self-controlled practice schedule. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.70, n.3, p.265-72, 1999.

ENDEREÇO

Flavio Henrique Bastos
Laboratório de Comportamento Motor
Escola de Educação Física e Esporte - USP
Av. Prof. Mello Moraes, 65
05508-030 - São Paulo - SP - BRASIL
e-mail: bastosfh@usp.br

Recebido para publicação: 21/06/2007

Revisado: 20/09/2007

Aceito: 03/03/2008